1898

Über
die Resorption einiger Alkohole
von verschiedenem Siedepunkt im Magen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medizin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medizinischen Fakultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Mittwoch, den 20. Juli 1898, Mittags 12 Uhr

öffentlich verteidigen wird

Martin Kautzsch

aus Basel.

Referent: Herr Freiher Prof. Dr. von Mering.

Opponenten:
Herr Dr. med. **W. Kautzsch.**
Herr cand. med. **E. Meyer.**

Halle a. S.
Hofbuchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.
1898.

Imprimatur

Prof. Dr. **Fehling**

h. t. Prodecanus.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153703_0108

Auf die Resorptionsvorgänge im Magen bezieht sich eine verhältnismässig geringe Anzahl von experimentellen Untersuchungen. Nachdem die Annahme, dass schon im Magen stark resorbiert werde, nur geringe Stützen in Arbeiten von Bouley, Colin und Wildt gefunden hatte, sind vor nicht ganz zwanzig Jahren besonders Tappeiner, ferner Anrep und Smith der Frage näher getreten und haben weiteren Untersuchungen die Richtung gegeben.

Ersterer[1]) brachte die zu prüfenden Substanzen mittelst Schlundsonde in den Magen nüchterner Katzen oder Hunde, nachdem er vorher den Pylorus unterbunden hatte. Nach einigen Stunden tötete er die Tiere und bestimmte in der entleerten Magenflüssigkeit die Menge der gelösten Stoffe. Um die Resorption von Zuckerlösungen zu prüfen, legte er am Hunde eine Magenfistel an, schloss den Pylorus durch eine Kautschukblase ab und entleerte den Magen durch Ausspülen in Chloroformnarkose. Aus seinen Experimenten entnahm er unter Anderem, dass der Magen in seinem Resorptionsvermögen wässriger Lösungen (z. B. von Zucker) weit hinter dem Darmkanal zurückbleibe, dagegen verdünnten Alkohol und darin gelöste Stoffe in höherem Grade resorbiere.

---

1) H. Tappeiner: Über Resorption im Magen. (Zeitschrift für Biologie 16, 497–507).

Auch Anrep[1]) untersuchte an Hunden, denen er in der Nähe des Pylorus eine Magenfistel angelegt hatte. Den Dünndarm schloss er flüssigkeitsdicht durch einen Kautschukbeutel ab. Diesen befestigte er an der Fistelkanüle, um das Weiterwandern in den Darm zu verhindern. Er fand, dass sowohl Zucker, als auch Eiweisskörper vom Magen gut resorbiert werden, dass gleichzeitig ein Erguss von Flüssigkeit stattfindet und der Mageninhalt am Ende des Versuches sauer reagiert.

Smith[2]) stellte seine Resorptionsversuche an Fröschen an, die er 8 Tage fasten liess, da er deren Magen zur Untersuchung der Resorption für geeigneter hielt als den Säugetiermagen. Die Resultate, die er bei Anwendung von Zuckerlösungen erzielte, waren folgende:

a) Die Menge des resorbierten Zuckers wächst mit der Koncentration des eingeführten bei gleicher Aufenthaltsdauer im Magen.

b) Der im Aufsaugegeschäft begriffene Magen enthält mehr Flüssigkeit, als in ihn mit dem Zucker eingeführt worden war. Mit der Resorptionsdauer nimmt die Menge der ausgeschiedenen Flüssigkeit zu. Die Menge der vorhandenen Flüssigkeit ist um so grösser, je mehr Zucker aus der Magenhöhle verschwindet und je weniger Wasser vorher mit dem Zucker eingeführt worden ist, umso mehr liefert der Magen dazu.

Smith vergleicht den Resorptionsvorgang im Allgemeinen mit Endosmose. Die ausgetretene Flüssigkeit besteht indessen nicht aus Wasser, sondern aus einer Lösung verschiedener Stoffe. Man könne sich somit vorstellen, dass im Magen zwei von einander unabhängige Vorgänge stattfinden, nämlich eine Ausscheidung von

1) B. v. Anrep: Die Aufsaugung im Magen des Hundes. (Du Boys-Reymond's Archiv für Physiologie 1881. S. 504—514).

2) R. Meade Smith: Die Resorption des Zuckers und des Eiweisses im Magen. (Arch. für Anatomie und Physiologie, physiol. Abteilung 1884, S. 481—496).

Drüsensäften und eine Aufnahme von Zucker durch die Epithelzellen.

Segall[1]) verwendete wie Tappeiner Magenfistelhunde, denen er zum Abschlusse des Magens vom Darm eine aufblähbare Kautschukblase durch die Fistelöffnung eingeführt hatte. Nach seinen Beobachtungen wächst die Resorption von Traubenzuckerlösung mit der Koncentration bis zu 10%, bleibt aber zwischen 20 und 40% annähernd gleich. Aus einer alkoholischen (ca. 20%) Zuckerlösung (von 10—17%) wird mehr Zucker resorbiert, als aus einer entsprechenden wässrigen Lösung. Der eingeführte Alkohol wurde zu $^3/_4$ bis auf Spuren resorbiert.

Mastbaum[2]), der die „Veränderung der Resorption von salicylsaurem Natron durch verschiedene Lösungsmittel" untersuchte, fand unter Anderem, dass Alkohol in stärkerer Koncentration die Verdauung stört, die Resorption verzögert oder sogar verhindert, dass ferner die Resorptionsdauer individuellen Schwankungen unterworfen ist.

Brantl[3]) nahm 1893 die Versuche von Tappeiner und Segall wieder auf. Er untersuchte die Resorption von wässrigen bezw. alkoholischen Zucker- und Peptonlösungen an Magenfistelhunden. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen waren folgende: Die Resorption wässriger Lösungen obengenannter Substanzen wächst mit der Koncentration, später nur in geringem Grade oder nimmt sogar ab. In letzterem Falle ist bereits die Schleimhaut afficiert. Zusatz von 20% Alkohol zu den wässrigen Lösungen bewirkt eine Erhöhung der Resorption um das Fünffache. Die Resorption nimmt mit der Koncentration zu, um dann, wie bei den wässrigen Lösungen, wieder

1) M. Segall: Versuche über die Resorption des Zuckers im Magen. (In.-Dissert. München 1888).

2) In.-Dissert. München 1889.

3) J. Brantl: Über Resorption und Sekretion im Magen und deren Beeinflussung durch Arzneimittel (Zeitschrift für Biologie 29, 277—307).

abzunehmen, sobald eine Schädigung der Schleimhaut eintritt, die sich durch Rötung derselben bezw. durch Erbrechen kundgiebt. Der bei diesen Versuchen eingeführte Alkohol war nach 2 Stunden fast immer bis auf Spuren resorbiert. Was die Sekretion anbetrifft, so findet Brantl dieselbe bei alkoholischen Lösungen etwas, aber nicht besonders erhöht gegenüber den wässrigen Lösungen. Ferner giebt er an, dass sich bei seinen Versuchen eine Wasserresorption nicht genau bestimmen lasse.

Eine zusammenfassende und ausgiebige Beantwortung erhielt die Resorptionsfrage aber erst durch die von v. Mering[1]) unter Mitwirkung von Aldehoff und Happel vorgenommenen Untersuchungen. Um die Resorptionsvorgänge den natürlichen Verhältnissen in höherem Grade, als es bei den früheren Versuchen geschehen war, anzupassen, um vor allem den Übertritt des Mageninhalts durch den Pylorus in den Darm nicht auszuschliessen, wurde der Magen nicht durch eine Magenfistel, sondern durch eine in der Nähe des Pylorus angelegte Dünndarmfistel entleert. Bei dem ersten Verfahren wurde das Duodenum 5— 10 cm unterhalb des Pylorus quer durchschnitten, und die beiden Lumina in die äussere Haut eingenäht. Diese Methode gewährte zugleich die Möglichkeit den funktionierenden Pförtner bequem mit dem Finger fühlen zu können.

Die auf Wasserresorption sich beziehenden Versuche ergaben, dass sämmtliches in den leeren Magen eingeführtes Wasser wieder ausfloss, zuweilen einige ccm mehr, auch weniger. Da die Tiere bald (ca 8 Tage) nach der Operation unter tetanischen Erscheinungen zu Grunde gingen, schlug v. Mering folgendes Verfahren ein: Schnitt in der Linea alba zwischen Schwertfortsatz und Nabel. Nach Vorziehung des Magens und Duodenums wird die gewählte Stelle des Duodenums (5— 8 cm unterhalb des Pylorus)

1) J. v. Mering: Ueber die Funktion des Magens. (Separatabdruck aus den „Verhandlungen des XII. Kongresses für Innere Medicin zu Wiesbaden 1893").

durch 6—8 Nähte, welche nur Serosa und Muskularis fassen, an das Peritoneum fixiert und Jodoformgaze eingelegt. Nach 3—4 Tagen wird die eingenähte Darmwand (wenn möglich) bis auf die Schleimhaut incidiert und Serosa und Muskularis nochmals vorgenäht. Ein bis zwei Tage später wird auch die Schleimhaut incidiert und damit das Lumen des Darmes eröffnet. Während der Versuchsdauer wird der Dünndarm durch einen mit Wasser gefüllten kleinen Kautschukbeutel abgeschlossen. Die nun vorgenommenen Versuche bestätigten einmal, dass vom leeren Magen aus Wasser in nachweisbarer Menge nicht aufgesaugt wird, der Magen sich durch rythmisches Öffnen und Schliessen des Pylorus entleert und stellten dann weiterhin fest, dass Alkohol in hohem Grade, Zucker in wässriger Lösung in mässiger Menge, in alkoholischer Lösung in etwas grösserer Menge, Dextrin und Pepton aber in geringerer Menge als Zucker vom Magen resorbiert werden, dass ferner die Menge der resorbierten Substanz mit der Koncentration der Lösung wächst und dass mit der Resorption der betreffenden Substanzen zugleich eine Wasserausscheidung stattfindet, die im Allgemeinen um so erheblicher, je grösser die Menge der resorbierten Substanz ist. Auch eine Wasserausscheidung ohne Salzsäuregehalt wurde nachgewiesen. Der physikalische Vorgang erinnert (im Gegensatz zum Darm) an Diffusion.

Nachdem von allen Autoren übereinstimmend die Beobachtung gemacht war, dass gerade Alkohol in hohem Grade vom Magen resorbiert wird, schien es von Interesse festzustellen, ob diese Fähigkeit des Alkohols leicht in die Gewebe einzudringen wesentlich von dessen Flüchtigkeit abhängt. Um dieser Frage näher zu kommen wurde die Resorption einiger Alkohole von verschiedenem Siedepunkt untersucht. Da der Begriff des Siedepunktes mit dem der Flüchtigkeit nahezu identisch ist, so musste sich ein etwaiger Einfluss der Flüchtigkeit auf den Resorptionsvorgang im Magen bei einer Gegenüberstellung der cet. par. resorbierten

Mengen eines niedriger und andererseits eines höher siedenden Alkohols bemerkbar machen. Zur Verwendung kamen:

Methylalkohol. Siedepunkt: 66°
Aethylalkohol. Siedepunkt: 79°
Propylalkohol. Siedepunkt: 97°
Isobutylalkohol. Siedepunkt: 108°.

Alle diese Alkohole haben annähernd das gleiche spezifische Gewicht.

Die Versuche wurden an Hunden angestellt. Da es wünschenswert war zu Vergleichszwecken eine grössere Reihe von Versuchen an einem und demselben Hunde unter möglichst normalen und gleichartigen Verhältnissen vorzunehmen, wurde anstatt der früher angewandten Methoden zunächst ein anderes Verfahren eingeschlagen. Einem mittelgrossen Hunde, der vor jedem Versuche mindestens 24 Stunden gefastet hatte, wurden einige (mindestens 6) Stunden (meist am Vorabend) vor dem Versuche ca $^1/_2$ lit. Wasser mit der Schlundsonde in den Magen gebracht, um diesen von etwaigen Speiseresten oder anderen Verunreinigungen möglichst zu säubern. Für den Versuch selbst wurden dem Hunde durchweg 200 ccm einer Methyl- bezw. Aethyl- Propyl- und Isobutylalkohollösung von gemessenem Procentgehalt durch die Sonde eingeführt. 30 Minuten nach der Eingabe bekam der Hund 1—1 $^1/_2$ cg Apomorphin. hydrochlor. unter die Haut injiciert. 3—6 Minuten später erfolgten sodann nach mehrmaligem Schmatzen und Lecken heftige Brechbewegungen, welche den Inhalt des Magens völlig, wie angenommen werden konnte, entleerten. Nach den ersten zwei Hauptentleerungen, die meist kurz auf einander folgten, wurden in ungefähr 5 Minuten lang dauernden und längeren Intervallen, noch wiederholt Brechbewegungen ausgelöst. Letztere förderten indess nur noch geringe Mengen mit Galle untermischter schleimiger Flüssigkeit zu Tage, welche nicht zur Untersuchung verwandt wurden. Die in einer Schüssel

aufgefangene Hauptmenge wurde in einem Messcylinder aufgestellt. Meist bildete sich nach kurzer Zeit ein geringer, krümeliger Bodensatz, über dem die klare, oft etwas gelb (Galle) gefärbte Flüssigkeit stand. Nach dem Absetzen wurde die erbrochene Gesammtmenge gemessen Zur Bestimmung des Alkoholgehaltes musste die noch andere Stoffe in Lösung enthaltende Flüssigkeit destilliert und dann aus dem spezifischen Gewicht des Destillates der Alkoholgehalt der ganzen Lösung berechnet werden. Es wurde somit nach Entnahme einer zur Salzsäurebestimmung dienenden Menge ein gewisses Quantum zu etwa $^2/_3$ überdestilliert, bis man annehmen konnte, dass der gesammte Alhohol in das Destillat übergegangen sei. Letzteres wurde sodann mit destilliertem Wasser bis zum ursprünglichen Volumen aufgefüllt und der Alkoholprozentgehalt bestimmt. Zur Alkoholbestimmung dienten Alkoholometer nach Tralles, deren Verwendbarkeit für die verschiedenen Alkohole von verschiedenem Prozentgehalt ich vorher an Vergleichslösungen geprüft hatte. Vor dem Ablesen der Spindel (vor und nach jedem Versuche) wurde die Temperatur der Flüssigkeit auf 15^0 Cels. gebracht.

Die zunächst folgenden Versuche wurden alle an demselben Hunde zu verschiedenen Zeiten und in willkürlicher Reihenfolge vorgenommen. Nach jedem Versuche wurde eine 2 — 3 tägige bezw. längere Pause eingeschaltet, in welcher der Hund fressen und sich erholen konnte.

1. Versuch (5. Februar 1898 morgens).

Eingabe: 200 ccm 5% (Vol.) Methylalkohol (Siedepunkt 66°).

Der Hund verhält sich bis zum Brechakt völlig ruhig und erscheint nicht besoffen.

Nach 34 bezw. 36 Minuten [4—6 Minuten nach der Injektion[1]] bricht er 170 ccm klarer, wenig gelb gefärbter Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt derselben beträgt 0,036%.

Das Destillat enthält 1¼% (Vol.) Alkohol.

(Es kommen somit 2,1 ccm Alkohol auf 170 ccm Flüssigkeit).

Von den eingeführten 10 ccm Alkohol verschwinden demnach 7,9 ccm (79%).

Der Hund erholt sich rasch und frisst bald nach dem Versuch.

2. Versuch (26. November 1897 nachmittags).

Eingabe: 200 ccm 5% (Vol.) Aethylalkohol (Siedepunkt: 79°)

Hund ruhig.

34 Minuten nach der Eingabe bricht er 190 ccm stark gelb gefärbter Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,044%

Das Destillat enthält 1% (Vol.) Alkohol (1,9 ccm Alkohol auf 190 ccm).

Von 10 ccm Alkohol verschwinden somit 8,1 ccm (81%).

Der Hund erholt sich rasch.

1) Die Apomorphininjektion erfolgt stets 30 Minuten nach der Eingabe und wird in den einzelnen Versuchen nicht mehr besonders erwähnt werden.

3. Versuch (19. November 1897 nachmittags).

Eingabe: 200 ccm 5% (Vol.) Isobutylalkohol (Siedepunkt 108°).

Der Hund zeigt nach ungefähr 12 Minuten Zittern und Schwäche der hinteren Extremitäten. Nach 20 Minuten läuft er lebhaft und torkelnd umher, verrät offenbar starken Durst und versucht am Boden zu lecken.

Nach 34 Minuten bricht er 210 ccm Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,029%.

Das Destillat enthält 1% (Vol.) Alkohol (2,1 ccm Alkohol auf 210).

Von 10 ccm Alkohol verschwinden somit 7,9 (79%).

Der Hund frisst am Versuchstage nicht mehr.

4. Versuch (17. Dezember 1897 nachmittags).

Eingabe: 200 ccm 7,5% (Vol.) Methylalkohol (Siedepunkt: 66°).

Der Hund verhält sich völlig ruhig.

Nach 35 bezw. 37 Minuten bricht er 170 ccm Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,036%.

Das Destillat enthält 2% (Vol.) Alkohol (3,4 ccm Alkohol auf 170 ccm).

Von 15 ccm Alkohol verschwinden somit 11,6 ccm (77,3%).

Nach dem Brechakte erscheint der Hund ziemlich angegriffen und nimmt erst am nächsten Tage wieder Futter zu sich.

5. Versuch (10. Dezember 1897 nachmittags).

Eingabe: 200 ccm 7,5% (Vol.) Aethylalkohol (Siedepunkt: 79°).

Der Hund verhält sich im ganzen ruhig.

Nach 35 Minuten bricht er in 3 ziemlich unmittelbar auf einander folgenden „Schüssen" 190 ccm Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,047%.

Das Destillat enthält 1,2% (Vol.) Alkohol (2,28 ccm Alkohol auf 190 ccm).

Von 15 ccm Alkohol verschwinden somit 12,7 ccm (84,6%).

Der Hund erholt sich rasch.

6. Versuch (7. Dezember 1897 nachmittags).

Eingabe: 200 ccm 7,5% (Vol.) Isobutylalkohol (Siedepunkt; 108°).

Nach ungefähr 20 Minuten erscheint der Hund stark besoffen, verhält sich aber im Allgemeinen ruhig.

Nach 33 Minuten bricht er 180 ccm klarer Flüssigkeit.

Hierauf kollabiert er stark und liegt regungslos und schnarchend da, bricht aber nach 45 Minuten noch einmal eine hauptsächlich aus Schleim und Galle bestehende, stark nach Alkohol riechende, geringe Menge Flüssigkeit, die nicht aufgefangen wird.

Der Salzsäuregehalt der Hauptmenge beträgt 0,054%.

Das Destillat enthält 3% (Vol.) Alkohol (5,4 ccm Alkol auf 180 ccm).

Von 15 ccm Alkohol verschwinden somit 9,6 ccm (64%).

Nach dem zweiten Erbrechen erholt sich der Hund rasch und frisst kurze Zeit nach dem Versuch.

7. Versuch (10. Februar 1898 morgens).

Eingabe: 200 ccm 10% (Vol.) Methylalkohol (Siedepunkt: 66°).

Der Hund verhält sich im Allgemeinen ruhig.

Er bricht nach 34 Minuten 190 ccm Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,045%.

Das Destillat enthält $3^1/_4$% (Vol.) (6,2 ccm Alkohol auf 190).

Von 20 ccm Alkohol verschwinden somit 13,8 ccm (69%).

Der Hund ist deutlich besoffen, erholt sich aber rasch.

8. Versuch (13. November 1897 morgens).

Eingabe: 200 ccm 10% (Vol.) Propylalkohol (Siedepunkt 97°)

Der Hund wird rasch besoffen. Mach 10 Minuten trieft ihm schaumiger Speichel aus dem Maule. Nach 24 Minuten stellt sich ein starkes Zittern der hinteren Extremitäten ein.

Er bricht nach 28 Minuten (2 Minuten vor der Apomorphininjektion), 50 ccm stark alkoholisch riechender, wenig gelb gefärbter Flüssigkeit.

Zwei Minuten darauf bekommt er Apomorphin und bricht dann noch einmal, 34 Minuten nach der Eingabe, 230 ccm; im ganzen also 280 ccm.

Der Salzsäuregehalt der vereinigten Menge beträgt 0,04%.

Das Destillat enthält 3% (Vol.) Alkohol (8,4 ccm Alkohol auf 280 ccm).

Von 20 ccm Alkohol verschwinden somit 11,6 ccm (58%).

Der Hund frisst erst am nächsten Tage wieder.

9. Versuch. (5. November 1897 nachmittags).

Eingabe: 200 ccm 15% (Vol.) Methylalkohol (Siedepunkt: 66°).

Der Hund bleibt ruhig und erscheint wenig besoffen.

Er bricht nach 36 Minuten in zwei „Schüssen" 216 ccm gelb gefärbter Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,021%.

Das Destillat enthält $5\frac{1}{2}$% (Vol.) Alkohol (11,88 ccm Alkohol auf 216 ccm).

Von 30 ccm Alkohol verschwinden somit 18,12 ccm (60,4%).

10. Versuch (1. November 1897 nachmittags).

Eingabe 200 ccm 15% (Vol.) Aethylalkohol (Siedepunkt 79°).

Der Hund verhält sich wie im 9. Versuch.

Er bricht nach 36 Minuten 210 ccm Flüssigkeit.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,022%.

Das Destillat enthält $5\frac{3}{4}$% (Vol.) Alkohol (12,07 ccm auf 210 ccm).

Von 30 ccm Alkohol verschwinden somit 17,93 ccm (59,76%).

11. Versuch (14. Februar 1898 morgens).

Eingabe: 200 ccm 15% (Vol.) Propylalkohol (Siedepunkt: 97°).

Nach 10 Minuten ist der Hund völlig besoffen und sehr unruhig. Er verliert öfters das Gleichgewicht. Besonders die Hinterfüsse schwanken und vermögen ihn kaum zu tragen. Beim Umherlaufen stösst er überall an.

Nach 23 Minuten stösst er auf und bringt 8 ccm stark alkoholisch riechender Flüssigkeit heraus, die aufgefangen und mit der nach 33 Minuten (3 Minuten nach der Apomorphininjektion) entleerten Hauptmenge vereinigt wird. Im Ganzen werden entleert 190 ccm.

Der Salzsäuregehalt beträgt 0,007%,

Das Destillat enthält 6% (Vol.) Alkohol (11,4 ccm Alkohol auf 190 ccm.

Von 30 ccm Alkohol verschwinden somit 18,6 ccm (62%).

Nach dem Brechakte liegt der Hund eine Stunde regungslos da, dann bricht er noch einmal. Das Erbrochene giebt noch Liebens Alkoholreaktion wird aber nicht aufgefangen. Der Hund erscheint sehr angegriffen und frisst erst am zweiten Tage wieder.

In einer zweiten Reihe von Versuchen wurde sodann an einem grösseren Hunde das v. Mering'sche Verfahren eingeschlagen. Es wurde die Bauchwand durch einen Längsschnitt in der Medianlinie eröffnet, das Duodenum hervorgezogen und etwa 8 cm unterhalb des Pylorus uneröffnet in die Bauchwunde eingenäht. Ein Stück eingelegter und mit einer Naht fixierter Jodoformgaze wurde den nächsten Tag entfernt. Sechs Tage darauf wurde die Darmschleimhaut durch einen kleinen Schnitt eröffnet, der am nächsten Tage bis zur Länge von $2\frac{1}{2}$ cm erweitert wurde. An demselben Tage erhielt der Hund (ausser etwas Milch am Morgen) keine Nahrung mehr. Am Abend wurden

zur völligen Säuberung des Magens 400 ccm Wasser durch die Sonde eingeführt, die nach kurzer Zeit zum grossen Teil aus der Fistel klar abflossen.

Am nächsten Morgen begannen sodann die Versuche, welche hintereinander mit mindestens 3, meist mehrstündigen Zwischenpausen vorgenommen wurden. Vor jedem Versuche wurde der Magen mit reinem Wasser durchgespült. 1 — 3 und mehr Stunden nach der Wassereingabe wurde sodann ein an einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre befestigter Kautschukballon durch die Fistelöffnung in den Darm geführt und mit Wasser aufgeblasen, bis der Dünndarm unterhalb völlig flüssigkeitsdicht abgeschlossen war. Unmittelbar nach Eingabe der Alkohollösung (durchweg 250 ccm) mittelst Schlundsonde wurde der Hund auf einem Tische auf die Seite gelegt und an Kopf und Füssen gehalten. Frühestens nach 3 Minuten begann bereits die Entleerung aus der Fistel. Es floss kontinuierlich Flüssigkeit ab, doch so, dass dieselbe nach 10 Sekunden lang dauernden, zuweilen längeren, zuweilen kürzeren Intervallen in reichlicherer Menge hervorspitzte oder sprudelte. Unmittelbar nach den stärkeren „Schüssen" erfolgte die Entleerung nur tropfenweise, nahm aber bis zum nächsten deutlichen „Schuss" allmählich zu. Nach 20 — 25 Minuten war der Magen in der Hauptsache leer, was sich durch das Auftreten von Luftblasen ankündigte. Noch vorhandene Reste flossen später meist mit Schleim und Spuren von Galle vermischt, nicht mehr kontinuierlich, sondern in einzelnen Portionen ab oder wurden durch eine eingeführte Sonde entleert. Nach frühestens 35 Minuten wurden die Versuche abgebrochen. Der Hund verhielt sich ruhig und schläfrig. Während des Versuches, am stärksten während der „Schüsse" stellte sich ein sehr heftiges Zittern an Rumpf und Extremitäten ein, wie ich annehme, reflektorisch infolge Reizung der Wundränder durch den ausfliessenden Alkohol. Nach Beendigungung des Versuches erholte sich der Hund meist rasch und vollständig bis zum nächsten Versuch.

I. Versuch (23. Januar 9 Uhr 45 Minuten).

Eingabe: 250 ccm 8% (Vol.) Methylalkol (20 ccm Alkohol).

Der Hund, anfangs ziemlich lebhaft, wird nach 1/4 Stunde ruhig und schläfrig.

Es werden entleert:

1—5 Min.	80 ccm	5% (Vol.)	Alkohollösg.	(4,0 ccm	Alkohol)
5—10 „	120 „	4 1/4 „	„	(5,1 „	„)
10—25 „	50 „	1 3/4 „	„	(0,87 „	„)
25—45 „	18 „	1/4 „	„	(0,04 „	„)

im Ganzen also 268 ccm Flüssigkeit mit 10,01 ccm Alkohol.

Von 20 ccm Alkohol werden mithin resorbiert 10 ccm (50%).

Der Hund säuft nicht vorgesetztes Wasser; schläft drei Stunden bis zum zweiten Versuch.

II. Versuch (23. Januar 12 Uhr 30 Minuten).

Eingabe: 250 ccm 8% (Vol.) Isobutylalkohol (20 ccm Alkohol).

Nach 7 Minuten tritt starke Besoffenheit ein. Die anfängliche Erregung macht einem starken Kollapszustand Platz. Während des letzteren fliesst nur wenig aus der Fistel ab. Auch das oben erwähnte Zittern setzt aus. Es folgt ein schläfriges Stadium, welches bis zum Ende des Versuches anhält.

Es werden entleert:

1—5 Min.	130 ccm	5 3/4% (Vol.)	Alkohollösg.	(7,47 ccm	Alkohol)
5—10 „	30 „	3 „	„	(0,90 „	„)
10—25 „	92 „	2 1/2 „	„	(2,30 „	„)

im Ganzen also 252 ccm Flüssigkeit mit 10,67 ccm Alkohol.

Von 20 ccm Alkohol werden mithin resorbiert 9,33 ccm (46,65%).

Nach dem Versuche zeigt der Hund noch sehr starke Besoffenheit. Die äussere Wunde wird abends durch sieben starke Knopfnähte vereinigt. Sodann bekommt der Hund 1/4 Liter Milch, die er gierig säuft.

III. Versuch (22. Januar 5 Uhr 15 Min. nachm.).

Eingabe: 250 ccm 10% (Vol.) Aethylalkohol (25 ccm Alkohol).

Es werden entleert:

1—5 Min. 90 ccm Flüssigk. mit 6½% (Vol.) Alkohol (5,85 ccm Alkohol)
5—10 „ 170 „ „ „ 5¾ „ „ (9,77 „ „)
10—25 „ 26 „ „ | „ ¼ „ „ (0,18 „ „)
25—45 „ 47 „ „ |

im Ganzen 333 ccm Flüssigkeit mit 15,80 ccm Alkohol.

Resorbiert werden mithin 9,20 ccm (36,8%).

Im Verhalten des Hundes zeigte sich nichts Besonderes. Weder nach diesem, noch nach den folgenden Versuchen soff er Wasser, das ihm jedesmal vorgesetzt wurde.

IV. Versuch (22. Januar 12 Uhr 30 Minuten).

Eingabe: 250 ccm 10% (Vol.) Propylalkohol (25 ccm Alkohol).

Der Hund ist nach ungefähr sieben Minuten deutlich besoffen.

Entleert werden:

1—5 Min. 91 ccm Flüssigk. mit 6½% (Vol.) Alkohol (5,91 ccm Alkohol)
5—10 „ 99 „ „ „ 6 „ „ (5,94 „ „)
10—25 „ 50 „ „ „ 4,6 „ „ (2,30 „ „)

im Ganzen 240 ccm Flüssigkeit mit 14,15 ccm Alkohol.

Resorbiert werden mithin 10,85 ccm (43,4%).

V. Versuch (24. Januar 12 Uhr).

Eingabe: 250 ccm 12% (Vol.) Methylalkohol (30 ccm Alkohol).

Entleert werden:

1—5 Min. 130 ccm Flüssigk. mit 7¾% (Vol.) Alkohol (10,07 ccm Alkohol)
5—10 „ 105 „ „ „ 7½ „ „ (7,50 „ „)
10—25 „ 15 „ „ „ 3⅔ „ „ (0,55 „ „)

im Ganzen 250 ccm Flüssigkeit mit 18,12 ccm Alkohol.

Resorbiert werden demnach 11,88 ccm Alkohol (39,6%).

VI. Versuch (24. Januar 5 Uhr 30 Minuten).

Eingabe: 250 ccm 12% (Vol.) Propylalkohol (30 ccm Alkohol).

Es werden entleert:

5 Min. 55 ccm Flüssigk. mit 7½% (Vol.) Alkohol (4,125 ccm Alkokol).
10 „ 115 „ „ „ 7½ „ „ (8,625 „ „)
25 „ 95 „ „ „ 6 „ „ (5,70 „ „)

im Ganzen 205 ccm Flüssigkeit mit 18,45 ccm Alkohol.

Resorbiert werden 11,54 ccm Alkohol (38,46%).

Wir kommen nun zur Verwertung vorstehender Zahlen.

Was zunächst den Einfluss des Siedepunktes anbetrifft, so ergeben sich bei Vergleich der resorbierten Mengen verschiedener Alkohole gleicher Koncentration nur geringe Differenzen. In der ersten Reihe von Versuchen geben die nicht entleerten (verschwundenen) Mengen natürlich nur ein indirektes Maass für die thatsächlich im Magen resorbierten, insofern während der Versuchsdauer ein beträchtlicher Teil des Alkohols durch den Pylorus in den Darm übergeführt wird. Dieser Umstand, der bei allen Versuchen konstant ist, kann indessen unter der Voraussetzung, dass unter gleichen Verhältnissen gleiche Mengen von Flüssigkeit bezw. Alkohol in den Darm übertreten, unberücksichtigt bleiben.

Im Einzelnen wurden resorbiert:

Von 10 ccm Alkohol (5%).

7,9 Methyl- und ebensoviel Isobutylalkohol, von Aethylalkohol 8,1.

Von 15 ccm Alkohol (7,5%).

11,6 Methyl- 12,7 Aethyl- und 9,6 Isobutylalkohol.

Von 20 ccm Alkohol (10%).

13,8 Methyl- 11,6 Propylalkohol.

Von 30 ccm Alkohol (15%).

18,12 Methyl- 17,93 Aethyl- und 18,6 Propylalkohol.

Im Allgemeinen sieht man, wie bei gleicher Koncentration die Zahlen in geringem Grade nach oben und unten von einem Durchschnittswerte abweichen. Hätte der Siedepunkt einen nennenswerten Einfluss, so müssten dem ganz andere Unterschiede entsprechen.

Völlig einwandsfrei sind die am Duodenalfistelhund vorgenommenen Versuche, die aus der Fistel nicht entleerten Mengen sind hier mit den thatsächlich vom Magen resorbierten identisch. Trotzdem hat sich auch hier keine beträchtliche Differenz zwischen der Resorption verschiedener Alkohole feststellen lassen. Es wurden nämlich resorbiert:

Von 20 ccm Alkohol (8%).

10 Methyl- und 9,33 Isobutylalkohol.

Von 25 ccm Alkohol (10%).

9,20 Aethyl- und 10,85 Propylalkohol.

Von 30 ccm Alkohol (12%).

11,88 Methyl- und 11,54 Propylalkohol.

Auch hier lässt sich vermuten, es würden sich wesentliche den Siedepunkten entsprechende Differenzen entschiedener in den Resorptionszahlen ausgedrückt haben. Die bestehenden Abweichungen lassen sich hier wie oben auf unvermeidliche innere und äussere Ungleichheiten im Ablaufe der Versuche zurückführen. Als solche haben insbesondere zu gelten der bei jedem Versuche verschiedene Zustand des Hundes bezw. der Magenschleimhaut, ferner die immerhin grobe Messung der Volumprocente durch die Alkoholometer.

Wenn somit die Versuche keinen Einfluss der Flüchtigkeit auf die Resorption erkennen liessen, so bleibt dagegen die Annahme berechtigt, es könne das nahezu gleichartige Verhalten verschiedener Alkohole bezüglich ihrer Resorption im Magen aus ihrem nahezu gleichen spezifischen Gewichte zu erklären sein.

Wie gestalten sich nun bei den ausgeführten Versuchen die Resorptionsverhältnisse unter dem Einflusse der Koncentration?

Für den Fall, dass der Siedepunkt von Einfluss wäre, liessen sich natürlich nur die verschiedenen Koncentrationsgrade eines und desselben Alkohols vergleichen. Für einen solchen Vergleich reichen die Zahlen nicht aus. Vergleicht man jedoch unter der Voraussetzung, dass der Siedepunkt in unseren Zahlen keine in Betracht kommende Rolle spielt, die Durchschnittswerte der bei verschiedener Koncentration resorbierten Alkoholmengen (gleichgültig von welchem Alkohol), so bekommt man folgendes Bild:

Von 5%igem Alkohol werden durchschnittl. resorbiert 79,6 %
„ 7,5% „ „ „ „ „ 75,3 %
„ 10% „ „ „ „ „ 63,5 %
„ 15% „ „ „ „ „ 60,72%

Wir hätten also innerhalb gewisser Grenzen mit der Zunahme der Koncentration eine Abnahme der Resorption. Diesem Befunde entsprechen die bei der zweiten Versuchsreihe gefundenen Werte. Es werden hier durchschnittlich resorbiert:

bei einer Koncentration von 8% —— 48,32%
„ „ „ „ 10% —— 40,1 %
„ „ „ „ 12% 39,0 %

Was weiterhin die Reaktion der entleerten Magenflüssigkeiten anbetrifft, so war dieselbe in allen Fällen deutlich sauer.

Bei den ersten Versuchen ergiebt sich ein Durchschnittswert von 0,035% HCl in der nach ungefähr 35 Minuten entleerten Magenflüssigkeit. Auffallend ist der geringe Salzsäuregehalt bei Anwendung einer 15%igen Alkohollösung.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurde der Salzsäuregehalt der nach 5 Minuten, sowie derjenige der nach 10 Minuten entleerten Flüssigkeit einzeln bestimmt.

Versuch I. 1. Portion (1—5 Minuten) 0,007% Salzsäure.
2. Portion (5—10 Minuten) 0,025% Salzsäure.

Versuch II. 1. —— 0,014%.
(Die 2. Portion wurde nicht bestimmt).

Versuch III. 1. 0,007%.
2. —— 0,021%.

Versuch IV. 1. 0,018%.
2. —— 0,017%.

Versuch V. 1. —— 0,018%.
2. —— 0,036%.

Versuch VI. 1. —— 0,022%.
2. —— 0,025%.

Die Zusammenstellung ergiebt, dass die nach 10 Minuten entleerten Portionen (mit Ausnahme von Versuch IV) mehr Salzsäure enthielten, als die nach 5 Minuten entleerten Portionen. Weitere Beziehungen lassen sich aus den angeführten Zahlen nicht wohl folgern.

Über die bei der ersten Versuchsreihe durch den Brechakt entleerten Wassermengen (erbrochene Flüssigkeit weniger Alkohol) und ihr Verhältnis zur Wassereingabe giebt folgende Tabelle eine Übersicht:

Koncentration der angewandten Alkohollösung	Wassereingabe in ccm	Wasserausscheidung in ccm bei Anwendung von			
		Methyl-	Aethyl-	Propyl-	Isobutylalkohol
5%	190	168	188		208
7,5%	185	166,6	187,7		174,6
10 %	180	183,8		271,6	
15 %	170	204,1	198	179	

Es wird stets von der Magenwand Wasser hinzugeliefert. Die scheinbaren Ausnahmen hängen hier mit dem Übertritt eines beträchtlichen Teils der Flüssigkeit in den Darm und der Ungleichheit in der Wassersekretion zusammen. Alle Zahlen dieser Versuchsreihe haben naturgemäss nur einen relativen Wert.

Eine grössere Gleichartigkeit in der Wassersekretion hätte bei der exakteren zweiten Versuchsanordnung erwartet werden können. Allein gerade hier zeigt ein Blick auf die oben angeführten entleerten Mengen (man beachte besonders auch die Verschiedenheit der nach 5 bezw. 10 Minuten entleerten Mengen in den verschiedenen Versuchen!) dass bei der Wasserausgabe von Seiten der Magenschleimhaut die verschiedensten Faktoren mitspielen mögen. Es folgt eine Zusammenstellung der nach Beendigung der Versuche entleerten Gesamtwassermengen.

Koncentration der angewandten Alkohollösung	Wassereingabe in ccm	Wasserausscheidung in ccm bei Anwendung einer			
		Methyl-	Aethyl-	Propyl-	Isobutylalkohollösung
8%	230	258			242
10%	225		317	226	
12%	220	232		247	

In diesen Versuchen wurde stets mehr Wasser entleert, als eingeführt worden war. Der Zuschuss schwankt zwischen 1 ccm (Versuch IV) und 92 ccm (Versuch III). Beziehungen zu Siedepunkt und Koncentration konnten hier wie oben nicht gefolgert werden.

Eine einfache Vorstellung von der Wirkung der angewandten Alkohole auf die Schleimhaut kann man sich verschaffen, wenn man geringe Mengen der absoluten Alkohole auf die Zunge bringt. Während man Methyl-

und Aethylalkohol lange Zeit im Munde behalten kann, gelingt dieses Experiment keineswegs bei Propyl- und Isobutylalkohol. Im Gegensatz zu dem brennend warmen Weingeistgeschmack der beiden ersten Alkohole tritt bei Propylalkohol die zusammenziehende Wirkung, bei Isobutylalkohol der an bittere Mandeln erinnernde Geschmack am meisten hervor. Bezüglich des Geruchs wirkt Propylalkohol am angenehmsten, aber wie mir scheint, am intensivsten. Isobutylalkohol riecht gleichfalls stärker als die beiden ersten Alkohole und zwar fuselig und am wenigsten angenehm. Diesen Eigenschaften der Alkohole entspricht das Verhalten des Hundes bei den Versuchen der ersten Reihe. Während Methyl- und Aethylalkohol selbst bei einer Koncentration von 15% gut vertragen wird (letzterer vielleicht noch eher als der Methylalkohol), zeigt sich bei Propyl- und noch mehr bei Isobutylalkohol, bei letzterem schon bei Anwendung einer 5%igen Lösung eine intensive Wirkung. Diese Thatsache trat noch stärker bei einigen anderen, an kleineren Hunden vorgenommenen Versuchen hervor, die jedoch nicht in dieser Arbeit aufgeführt worden sind.

Fassen wir zusammen, so hat sich bei unseren Versuchen am Hund folgendes ergeben:

1. Alkohol wird in hohem Grade und in kurzer Zeit vom Magen resorbiert.

2. Der Siedepunkt hat (innerhalb der Koncentration von 5 bis 15%) keinen nennenswerten Einfluss auf die Resorption verschieden siedender Alkohole. Es erscheint vielmehr wahrscheinlich, dass die Resorbierbarkeit letzterer mit ihrem spezifischen Gewicht in Zusammenhang steht.

3. Wachsende Koncentration (5 bis 15%) des eingeführten Alkohols hat keine Resorptionssteigerung zur Folge. Es scheint vielmehr (innerhalb angegebener Grenzen) mit wachsender Koncentration die Resorbierbarkeit abzunehmen.

4. Stets geht mit der Resorption eine erhebliche Sekretion von Wasser in den Magen Hand in Hand.

5. Stets liess sich Salzsäure in der entleerten Flüssigkeit nachweisen. In der zweiten Versuchsreihe war der Salzsäuregehalt der zweiten Entleerung (5—10 Minuten) grösser als derjenige der ersten (1—5 Minuten). Beziehungen zwischen Salzsäuregehalt und Wasserausscheidung, ferner zwischen Sekretion einerseits, Siedepunkt und Koncentration andererseits liessen sich nicht feststellen.

Über das Wesen des Resorptionsvorganges selbst wird zunächst noch kein abschliessendes Urteil möglich sein. Die Einen heben die Ähnlichkeit mit dem Diffusionsprocess hervor, die andern sehen in der durch starke Rötung ausgezeichneten örtlichen Reizung der Magenschleimhaut die Ursache der Resorptionssteigerung. Offenbar setzt sich der Resorptionsvorgang aus verschiedenen Komponenten zusammen, die sich gegenseitig beeinflussen, sowie im Laufe der Verdauung sich beständig verändern. In wie hohem Maasse ausserdem der Ablauf der normalen Magenfunktion von allen möglichen Einflüssen, welche mit dem Verdauungsvorgang als solchem zunächst nichts zu thun haben, modificiert wird, lehrt vielleicht am anschaulichsten die Magenpathologie der Praxis.

Zum Schlusse sei es mit vergönnt, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Freiherrn v. Mering für die Anregung zu dieser Arbeit, ihm und Herrn Dr. Winternitz für die mannigfache, allzeit liebenswürdige Unterstützung während der Ausführung derselben, Herrn Dir. Dr. Aldehoff für die gütige Ausführung einer Operation meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Litteratur.

F. Beilstein, Handbuch der organischen Chemie.
L. Hermann, Handbuch der Physiologie.
Jahresberichte über die Fortschritte der Tier-Chemie redigiert und herausgegeben von R. Maly.
J. v. Mering, Über die Funktion des Magens (Separatabdruck aus den „Verhandlungen des XII. Congresses für Innere Medicin zu Wiesbaden 1893").